

DOI:10.58168/IARRP2025_86-91
УДК 630*581.3

**МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПЫЛЬЦЫ РОДА LARIX
В УСЛОВИЯХ ГОРОДА ВОРОНЕЖ
MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF POLLEN OF THE GENUS
LARIX IN THE CONDITIONS OF THE CITY OF VORONEZH**

Кулаков Е.Е., кандидат
сельскохозяйственных наук, научный
сотрудник ФГБУ «Всероссийский научно-
исследовательский институт лесной
генетики, селекции и биотехнологии»,
Россия, Воронеж.

Kulakov E.E., Candidate of Agricultural
Sciences, Researcher at the All-Russian
Scientific Research Institute of Forest
Genetics, Breeding and Biotechnology,
Russia, Voronezh.

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы морфологической изменчивости пыльцевых зерен лиственницы европейской, амурской, сибирской и Сукачева. В исследуемых популяциях встречаются два типа пыльцевых зерен: крупные, длина которых варьирует в диапазоне 50–100 μm , и очень крупные, длина которых колеблется от 100–200 μm . При этом, доля крупных пыльцевых зерен варьирует от 60% (*L. sibirica*) до 77 % (*L. decidua*). Наибольшее содержание очень крупных пыльцевых зерен в препаратах отмечено в популяции лиственницы сибирской. Исследования качества пыльцевых зерен лиственницы выявили три основных типа аномалий, такие как стерильные, мелкие и гипертрофированные пыльцевые зерна, каждый из которых характеризуется морфологическими и функциональными нарушениями.

Abstract: The article discusses the morphological variability of pollen grains of European, Amur, Siberian and Sukachev larch. Two types of pollen grains are found in the studied populations: large ones, the length of which varies in the range of 50-100 μm , and very large ones, the length of which ranges from 100-200 μm . At the same time, the proportion of large pollen grains varies from 60% (*L. sibirica*) to 77% (*L. decidua*). The highest content of very large pollen grains in the preparations was observed in the population of Siberian larch. Studies of the quality of larch pollen grains have revealed three main types of anomalies, such as sterile, small and hypertrophied pollen grains, each of which is characterized by morphological and functional disorders.

Ключевые слова: пыльцевые зерна, *Larix decidua*, *L. sibirica*, *L. amurensis*, *L. sukaczewii*.

Keywords: pollen grains, Sukachev's larch, Siberian, Amur, European.

Введение. Пыльцевые зерна лиственницы рядом исследований показывают выраженную внутривидовую вариабельность морфологических признаков. Результаты исследований о размерах и форме пыльцевых зерен используется для диагностики и экологической дифференциации видов, гибридов и межвидовых форм [1,4]. Полиморфизм пыльцевых зерен обусловлен множеством факторов [8]. Для *L. sibirica* рядом авторов установлена связь между температурным режимом,

почвенными условиями и размером пыльцевых зерен, а также встречаемости аномалий [9,10].

С точки зрения систематики и генетики оценка полиморфизма пыльцевых зерен является одним из важных факторов изучения растений [2]. Рядом авторов отмечено, что в период микроспорогенеза при неблагоприятных климатических факторах происходит недостаточное пыление вследствие небольшого количества образовавшейся пыльцы и низкой жизнеспособности [7].

Цель исследования. Оценка полиморфизма пыльцевых зерен лиственницы в условиях города Воронеж.

Материалы и методы исследования. Оценка морфологических признаков пыльцы проводилась для 4 видов лиственницы: *Lárix decídua*, *L. sibirica*, *L. amurénsis*, *L. sukaczewii*. Отбор образцов пыльцы проводился из естественно раскрывшихся микростробил путем встряхивания в пакетики из кальки. Из каждой выборки было сделано по 10 временных неокрашенных препаратов, в которых было исследовано 20 полей зрения.

Морфометрические параметры пыльцевых зерен измерялись с помощью окуляр-микрометра микроскопа МБС -10. Измерение параметров элементов пыльцы и определение размера и формы пыльцевого зерна проводились по общепринятым методам [5,6].

Объектами исследований послужили культуры лиственниц – Сукачева (*Larix sukaczewii* Ledeb), сибирской (*Larix sibirica*), европейской (*Larix decídua*), которые заложены в УОЛ ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова, а также культуры лиственницы амурской, произрастающие в экспериментально-показательном дендрарии ФГБУ «ВНИИЛГИСбиотех». Детальная характеристика объектов исследования представлена в материалах публикации [3].

Результаты исследования. По результатам исследований установлено, что для *Lárix decídua* средняя длина пыльцевых зерен варьируют от $93 \pm 0,43$ до $108 \pm 0,52$ μm , *l. sibirica* от $97 \pm 0,19$ до $106 \pm 0,30$ μm , *L. amurénsis* – $89 \pm 0,62$ до $104 \pm 0,17$ μm , *L. sukaczewii* – от $91 \pm 0,82$ до $107 \pm 0,49$ μm . В образцах пыльцы всех видов исследуемый признак высота оказалась более вариабельным, по сравнению

с длиной, при этом значения коэффициента вариации соответствуют низкому ($C_v = 5 - 10\%$).

По классификации G. Erdtman (1945), в исследуемой популяции *Lárix* встречаются два типа пыльцевых зерен: крупные, длина которых варьирует в диапазоне 50–100 μm , и очень крупные, длина которых составляет 100–200 μm . При этом, доля крупных пыльцевых зерен варьирует от 60% (*L. sibirica*) до 77 % (*L. decidua*). Наибольшее содержание очень крупных пыльцевых зерен в препаратах отмечено в популяции лиственницы сибирской. Разнообразие форм пыльцевых зерен в исследованных образцах пыльцы лиственницы, по классификации G. Erdtman (1952), соответствует 2 классам: сплюснuto-сфероидальная и вытянуто-сфероидальная. Стоит отметить что в популяции *L. sukaczewii* единично встречаются пыльцевые зерна почти вытянутой формы (рисунок 1).

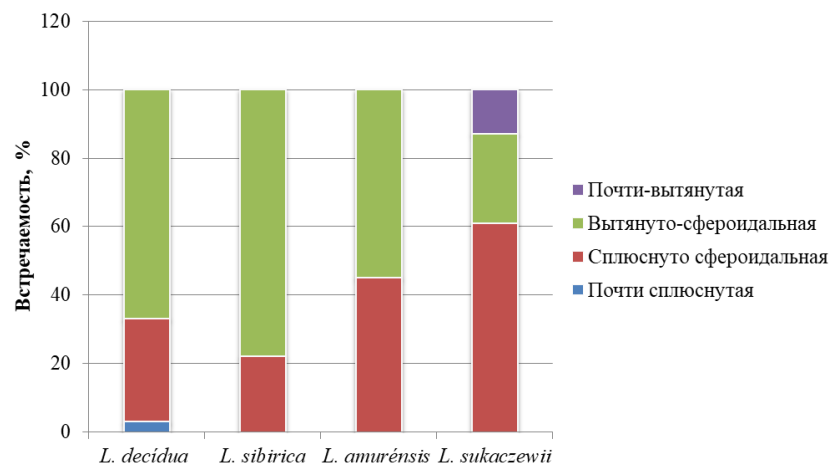


Рисунок1 – Встречаемость пыльцевых зерен лиственницы по классификации G. Erdtman (1952)

В рамках исследований установлено, что среди всех популяций преобладает пыльца вытянуто-сфероидальной формы, хотя встречаемость ее неодинакова и варьирует от 26 (*L. sukaczewii*) до 78 % (*L. decidua*).

Во всех образцах пыльцы наряду с нормально сформированными пыльцевыми зернами обнаружена пыльца с аномалиями развития. Исследования качества пыльцевых зерен лиственницы выявили три основных типа аномалий, каждый из которых характеризуется морфологическими и функциональными

нарушениями (рисунок 2): стерильные, мелкие, а также гипертрофированные пыльцевые зерна,

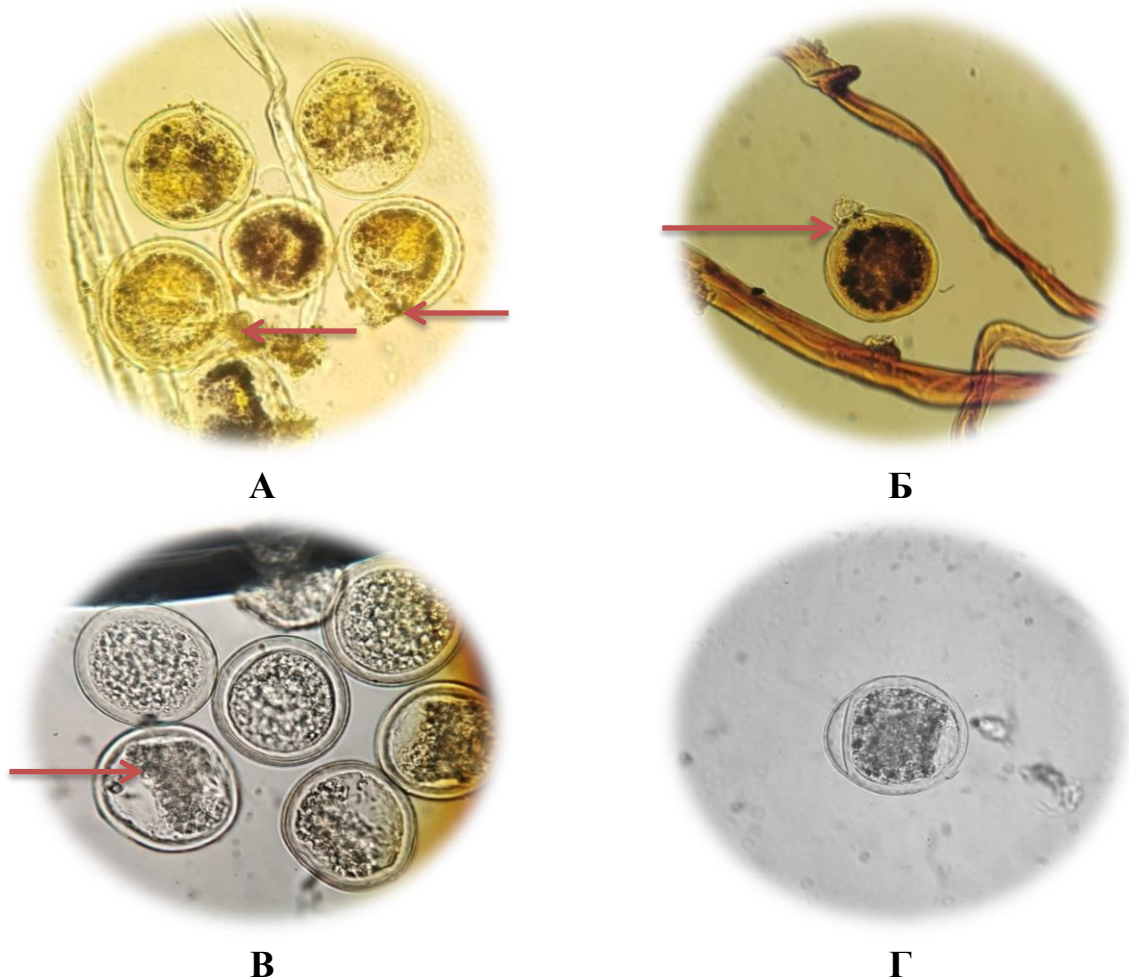


Рисунок 2 – Аномалии пыльцевых зерен: разрыв экзины с вытеканием цитоплазмы (указано стрелкой): А– *L. amurénsis*; Б – *Lárix decídua*; стерильные пыльцевые зерна: В – *Lárix decídua*; Г – *L. amurénsis*

Доля жизнеспособных пыльцевых зерен составляет 95%, доля стерильных 5%. Образованию стерильной пыльцы может способствовать нарушениям в мейозе, пыльца имеет шаровидную форму. Для лиственницы, произрастающей на территории Воронежской области, характерны те же аномалии развития пыльцевых зерен, которые ранее были описаны другими авторами для видов рода *Larix*. Общее число аномалий пыльцы лиственницы не превышает 1%, среди которых разрывы экзины пыльцевого зерна (0,04 %), деформированных пыльцевых зерен 0,9%, и пыльцевые зерна, гиперанеуплоидные (крупные) 0,1 %.

Заключение. Аномалии пыльцевых зерен лиственницы представляют собой ценный биоиндикационный инструмент, позволяющий оценивать как локальное техногенное воздействие, так и глобальные климатические изменения. Современные данные свидетельствуют о необходимости разработки видовых стандартов оценки, учитывающих морфологические особенности разных представителей рода *Larix*.

Таким образом, описанные морфологические особенности пыльцевых зерен лиственницы не только служат таксономическими маркерами, но и открывают перспективы для палеоэкологических реконструкций и мониторинга экосистем. Комплексный анализ размерных и структурных параметров позволяет проследить филогенетические взаимосвязи внутри рода и выявить адаптационные механизмы к изменяющимся условиям произрастания.

Список литературы

1. Захаренко Г.С. Биологические основы интродукции и культуры видов рода кипарис (*Cupressus* L.). Киев: Аграрна наука, 2006. – 256 с.
2. Исаков, И. Ю. Определение размеров и жизнеспособности пыльцы местных и интродуцированных видов берез / И. Ю. Исаков, М. А. Мацнева // Лесотехнический журнал. – 2015.- № 3 (19). – С. 33-40.
3. Кулаков, Е. Е. Особенности формирования ранней и поздней древесины лиственницы в условиях Воронежской области / Е. Е. Кулаков, А. И. Сиволапов // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2024. – № 1. – С. 68-78. – DOI 10.21178/2079-6080.2024.1.68
4. Пименов А.В., Седельникова Т.С., Ефремов С.П. Морфология и качество пыльцы желто- и краснопыльничковой форм *Pinus sylvestris* в болотных и суходольных условиях произрастания (Томская область) // Ботанический журн. – 2011. – Т. 96. – № 3. – С. 367–376.
5. Erdtman G. Pollen morphology and plant taxonomy. III. Morina L., with an addition on pollen-morphological terminology // Svensk Botanisk Tidskrift. – 1945. – V. 39. – P. 279–285.
6. Erdtman G. Pollen morphology and plant taxonomy: Angiosperms. An introduction to palynology. Stockholm: Almqvist & Wiksell, 1952. – 539 p.
7. Eriksson G. Temperature response of pollen mother cells in *Larix* and its importance for pollen formation // Studia forest., suec. – 1968. – № 63 – P. 1-131.
8. Knight Ch.A., Clancy R.B., Gotzenberger L., Dann L., Beaulieu J.M. On the relationship between pollen size and genome size // Journal of Botany. – 2010. – Article ID 612017. –P. 1–7.
9. Sedel'nikova T.S., Pimenov A.V., Efremov S.P., Muratova E.N. Peculiarities of the male generative sphere in *Pinus sibirica* from forest bog ecotopes of Western Siberia // Biology Bulletin. – 2018. – V. 45. – № 1. – P. 23–30

10. Vasilevskaya N.V., Domakhina A.D. Teratomorphism of pollen of *Larix sibirica* Ledeb. (Pinaceae Lindl.) in the Arctic urbanized territory // Czech Polar Reports. – 2018. – V. 8. – № 1. – P. 24–36.

References

1. Zakharenko G.S. Biological foundations of the introduction and culture of species of the genus cypress (*Cupressus* L.). Kiev: Agrarian Science, 2006. – 256 p.
2. Isakov, I. Y. Determination of pollen size and viability of local and introduced birch species / I. Y. Isakov, M. A. Matsneva // Forestry Engineering Magazine. – 2015.– №3 (19). – Pp. 33-40.
3. Kulakov, E. E. Features of the formation of early and late larch wood in the conditions of the Voronezh region / E. E. Kulakov, A. I. Sivolapov // Proceedings of the St. Petersburg Scientific Research Institute of Forestry. – 2024. – No. 1. – pp. 68-78. – DOI 10.21178/2079-6080.2024.1.68
4. Pimenov A.V., Sedelnikova T.S., Efremov S.P. Morphology and quality of pollen of the yellow- and red-pollen form *Pinus sylvestris* in swamp and dry growing conditions (Tomsk region) // Botanical Journal. – 2011. – Vol. 96. – № 3.– pp. 367-376.
5. Erdtman G. Pollen morphology and plant taxonomy. III. Morina L., with an addition on pollen-morphological terminology // Svensk Botanisk Tidskrift. – 1945. – V. 39. – P. 279–285.
6. Erdtman G. Pollen morphology and plant taxonomy: Angiosperms. An introduction to palynology. Stockholm: Almqvist & Wiksell, 1952. – 539 p.
7. Eriksson G. Temperature response of pollen mother cells in *Larix* and its importance for pollen formation // Studia forest., suec. – 1968. – № 63 – P. 1-131.
8. Knight Ch.A., Clancy R.B., Gotzenberger L., Dann L., Beaulieu J.M. On the relationship between pollen size and genome size // Journal of Botany. – 2010. –Article ID 612017. – P. 1–7.
9. Sedel'nikova T.S., Pimenov A.V., Efremov S.P., Muratova E.N. Peculiarities of the male generative sphere in *Pinus sibirica* from forest bog ecotopes of Western Siberia // Biology Bulletin. – 2018. – V. 45. – № 1. – P. 23–30
10. Vasilevskaya N.V., Domakhina A.D. Teratomorphism of pollen of *Larix sibirica* Ledeb. (Pinaceae Lindl.) in the Arctic urbanized territory // Czech Polar Reports. – 2018. – V. 8. – № 1. – P. 24–36.